

## 高炉炉役后期护炉及强化冶炼实践

刘铁龙, 刘欣, 刘崇亭, 王全贵, 姜良玉

(济南钢铁集团总公司 第二炼铁厂, 山东 济南250100)

摘要: 济钢在120m<sup>3</sup>高炉炉役后期采取增设炉底冷却水管及钒钛矿护炉的措施, 解决了护炉和强化冶炼的矛盾, 在确保安全生产的基础上, 通过采取优化炉料结构、推行大料批技术等强化冶炼措施, 高炉炉役后期取得了较好的技术经济指标, 利用系数达到了3.257t/(m<sup>3</sup>.d)。

关键词: 炉役后期; 炉基温度; 护炉; 钒钛矿; 强化冶炼

中图分类号: TF538 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2004)-05-0010-02

## Furnace Maintenance and Strengthening Smelting Practice of BF in the Later Stage of Campaign

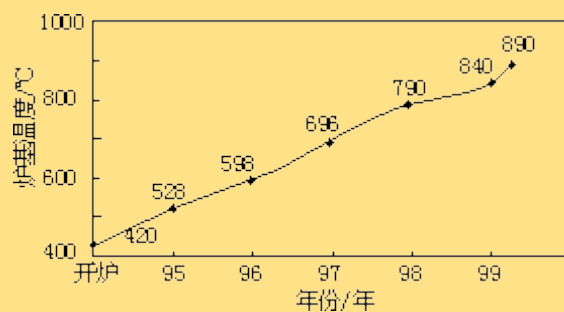
LIU Tie-Long, LIU Xin, LIU Chong-ting, WANG Quan-gui, JIANG Liang-yu

(No.2 Ironmaking Plant of Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250100, China)

Abstract: Measures such as setting up hearth bottom water cooling pipe and adding schreyerite for furnace maintenance are used by Jigang to solve the conflict of furnace maintenance and strengthening smelting in the later stage of campaign. Based on safe production, the better technical and economy indexes are acquired by adopting strengthening smelting measures as optimizing the burden design and utilizing large material charge. The utilization coefficient of BF is up to 3.257 t/(m<sup>3</sup>.d).

Keywords: later stage of campaign; furnace foundation temperature; furnace maintenance; schreyerite; strengthening smelting

济南钢铁集团总公司第二炼铁厂(简称济钢第二炼铁厂)1<sup>#</sup>高炉第七代炉龄于1995年6月开炉, 至1999年2月19日炉基温度达890℃, 且有继续上升趋势, 影响到高炉的安全生产。要控制炉基温度, 需要降低高炉冶炼强度, 并采取护炉措施, 但会影响高炉的经济技术指标。济钢第二炼铁厂根据近几年来炉基温度的变化情况(见图1), 一方面制定了炉底维护措施, 同时通过优化炉料结构、推行大料批技术, 较好地解决了护炉和强化冶炼的矛盾。



## 1 护炉措施

### 1.1 增设炉底冷却水管

1#高炉为复合炉底，共计5层，上两层为高铝砖，下三层为铝碳砖，厚度为1725mm。炉底侵蚀情况可由开勒公式计算出炉底剩余厚度约为0.76m，估计实际炉底剩余厚度约两层砖左右。据此，1999年2月22日增设炉底冷却水管，对炉基进行强化冷却。炉基温度的变化情况见表1。

表1 1999年3~9月份炉基温度变化情况 °C

位置	3月	4月	5月	7月	8月	9月
东部	610~650	526~620	620~635	635~645	620~646	630~660
西部	569~578	554~578	554~620	602~617	620~643	626~658

由表1可知，增设炉底冷却水管后，炉基温度由890°C降至526~554°C，效果明显。

### 1.2 添加钒钛矿护炉

增设炉底冷却水管后，炉基温度仍在升高，决定采取在入炉料中添加钒钛矿的护炉措施。

钒钛矿护炉是指将钒钛矿加入高炉后，在高温强还原性气氛中，钒钛矿中的 $TiO_2$ 转化为TiC、TiN及Ti(C,N)等高熔点物质，沉积在炉底炉缸部位形成难熔的护炉层，延长高炉寿命。另有观点认为，TiC、TiN及固熔体生成后，易在低温下“结厚”，粘附在受侵蚀部位而起到护炉作用。因此，高炉操作必须适当控制生铁含[Si]，以促进[Ti]的还原，又不至于造成渣铁过分粘稠，破坏炉况顺行。济钢第二炼铁厂1#高炉的生产实践表明，生铁含[Si]一般控制在0.6%~0.9%为宜。

1999年9月25日按吨铁20kg比例，向1#高炉配加钒钛生球进行护炉。钒钛生球的成分见表2。加入钒钛球前后铁样化验结果见表3。

表2 钒铁生球成分 %

SiO <sub>2</sub>	CuO	TFe	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
9.6	0.41	24.6	0.14	26.0

表3 钒钛球加入前后铁样成分对比 %

项目	Si	Mn	C	S	V	Ti
加入前	0.46	0.41	4.84	0.027	0.016	0.056
加入后	0.72	0.50	4.83	0.024	0.017	0.34

钒钛生球护炉过程中，炉基温度得到有效控制，但发现以下问题：(1)钒钛生球不易储存，强度差、易粉化。(2)炉内低温粉化严重。加钒钛球后，高炉的透气性变差，悬料、坐料次数增加，有炉墙结厚的危害。为此，1999年11月采用钒钛矿护炉，配加量为吨铁30kg，钒钛生矿中TFe含量为49.6%；TiO<sub>2</sub>为11.92%。加钒钛矿后铁样成分见表4。

表4 加钒钛生矿后铁样成分 %

Si	Mn	C	S	V	Ti
0.86	0.38	4.85	0.033	0.030	0.21

济钢第二炼铁厂通过调整钒钛矿的入炉量，控制[Si]、[S]含量，使炉缸钛积层稳定，炉基温度控制在合理的范围内。(1)炉基温度稳定在一定的范围内，停止或减少钒钛矿配加量。(2)若炉基温度回升超过20℃，配加4%钒钛矿。高炉矿批重1.7t，每批钒钛矿的加入量为30~60kg，铁水中[Ti]为0.20%~0.30%，[V]为0.030%~0.035%，[Si]稳定在0.6%~0.7%，[S]在0.030%左右。(3)生铁中Ti含量控制在0.20%左右。当铁水中[Ti]超过0.30%时，铁水、炉渣的流动性变差，应停加钒钛矿，以免造成炉况失常。

自钒钛矿护炉至停炉，炉基温度最高为740℃。本次停炉放出残铁10余吨，在扒炉过程中发现炉内几乎无残铁，可以看出钒钛矿保护层。炉底侵蚀两层砖，第三层侵蚀2/3，侵蚀程度较轻、较规则，第四层砖有局部渗漏，护炉效果明显。

## 2 炉役后期的强化冶炼

### 2.1 改进炉料结构

1999年3月济钢第二炼铁厂开始调配第一烧结厂烧结矿，该烧结矿品位57.56%，碱度1.78，FeO 6.54%，转鼓指数85.35%，成分稳定，其机械强度和还原性均优于原用矿。品位提高了4.08%，FeO的含量降低了6.53%。改善了高炉料柱透气性，为高炉强化冶炼奠定了基础。

### 2.2 控制入炉矿粒度

为了降低入炉粉末量，强化炉前筛分，采用了双层筛，严格控制入炉矿粒度，使粒度小于5mm的粉矿在5%以下，5~10mm的烧结矿在25%以下。近年来的入炉矿粒度组成情况见表5。

表5 入炉烧结矿粒度组成 %

年份	入炉烧结矿		筛分前烧结矿	
	5mm	5~10mm	5mm	5~10mm
1998	12.01	26.32	18.92	32.63
1999	8.89	23.09	18.62	26.32
2000	5.30	19.05	17.48	24.37
2001	4.96	17.90	17.25	22.42

### 2.3 推行大料批技术

因外购焦炭质量难以保证，造成炉况不稳，崩料悬料的现象时有发生。为使煤气流分布趋于稳定，改善软熔带透气性，在KK↓PP↓装料制度的基础上，进行了m(KK↓PP↓)+n(KP↓)的装料制度试验，并用焦矿不同的等差料线予以调剂，焦900mm、矿1000mm，兼顾中心、边缘两条煤气流的畅通。1999年根据炉况适应状态，逐步扩大料批，2000年1#高炉的矿批由2.8t扩大到3.5t，解决了高炉的顺行问题。高炉煤气利用率也得以提高，混合煤气CO<sub>2</sub>含量由14%~16%提高到16%~18%，达到了增产降耗的目的。

### 2.4 选择合理的冶炼参数

1#高炉炉腰直径小(3.9m)，炉腰设计冷却强度大，配用C400风机，入炉风量310~320m<sup>3</sup>/min，风压0.1MPa，鼓风动能仅为2098kg·m/s，送风能力不能满足强化冶炼的需求。1999年在原风机结构不变、电机不变的情况下，对风机转子及隔板进行了技术改造，入炉风量提高到350~360m<sup>3</sup>/min，风压提高到0.11 MPa。同时，将风口长度由190mm缩短为170mm，直径由85mm扩大为90mm，适当增大了进风面积，炉缸煤气流分布趋于合理，在解决炉墙结厚问题上收到了明显效果，同时解决了炉缸堆积现象，高炉稳定顺行，炉缸活跃。

### 2.5 强化冶炼效果

开炉以来1#高炉主要技术经济指标见表6。

表6 1#高炉开炉以来主要生产技术经济指标

年份	产量/t	利用系数/t·m <sup>-3</sup> ·d <sup>-1</sup>	入炉焦比/kg·t <sup>-1</sup>	休风率/%	风温/℃	[Si]/%	冶炼强度/t·m <sup>-3</sup> ·d <sup>-1</sup>
----	------	---	-------------------------	-------	------	--------	---

1995-06~12	58358	2.586	588.0	1.67	844	0.75	1.503
1996	116122	2.686	567.0	1.31	878	0.72	1.532
1997	108179	2.697	582.4	1.46	856	0.67	1.540
1998	113295	2.614	578.2	1.52	812	0.64	1.538
1999	114994	2.651	540.0	0.91	792	0.59	1.507
2000	127810	2.915	528.4	0.98	890	0.58	1.555
2001-01~06	64032	3.144	501.7	0.66	923	0.66	1.578

1<sup>#</sup>高炉炉役后期解决了护炉和强化冶炼的矛盾，高炉的主要经济技术指标不断改善，创出了历史好水平。1<sup>#</sup>高炉第七代炉龄于2001年6月19日停炉，炉龄为6年，单位出铁量为5859t/m<sup>3</sup>。

### 3 结 语

济钢第二炼铁厂1<sup>#</sup>高炉采用钒钛矿护炉的效果明显，根据炉基温度变化调整钒钛矿配加量，方法行之有效。实践证明，炉役后期取得强化冶炼的效果是可能的，但应根据实际条件，不可因追求技术经济指标而忽视安全生产，尤其在炉底侵蚀严重的情况下，应严禁用萤石洗炉。

---

[返回上页](#)